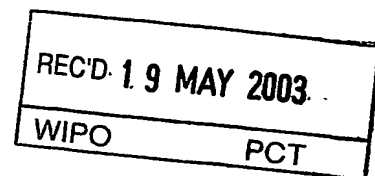


Rec'd PAT/PT 26 JAN 2005
ST/DE 0 37 0 0779

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 35 163.5

Anmeldetag: 1. August 2002

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Überwachung wenigstens eines
Sensors

IPC: G 01 D, G 05 B, B 60 R

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Faust

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

12.07.02 Vg/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zur Überwachung wenigstens eines Sensors

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Überwachung wenigstens eines Sensors nach der Gattung des unabhängigen Patentanspruchs.

Vorteile der Erfindung

20

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Überwachung wenigstens eines Sensors mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs hat den Vorteil, dass auf ein Fehlermuster mit einer bestimmten Fehlermeldung eine angepasste Reaktion erfolgen kann, und es vermieden wird, dass bei jedem Fehler eines Sensors die Folge ist, dass das Sensorsignal nicht genutzt werden darf bzw. dass das System auf einen dauerhaften Sensorfehler und damit auf einen Systemdefekt erkennt. Störungen, die keine bleibende Sensorschädigung bedeuten und möglicher Weise sogar auf zwar seltene, aber

30

mögliche Betriebszustände zurückzuführen sind, werden damit also nicht zu scharf geahndet. Beispiele hierfür sind die elektromagnetische Störeinkopplung und hammerschlagbedingte Vibrationen. Damit wird die Leistungsfähigkeit oder Sensitivität der Systeme verbessert, und es wird die

35

Wahrscheinlichkeit eines Steuergerätefeldausfalls verringert. Insbesondere ist es durch die Erfindung möglich,

mit einer Adaption und Applikation auf das jeweilige Zielsteuergerät und Fahrzeug besser auf die jeweils unterschiedlichen Systemanforderungen bzw. Kundenanforderungen hinsichtlich Auslöseparameter und Fehlermanagement einzugehen.

Damit lässt sich einerseits die Leistungsfähigkeit und die Robustheit des Gesamtsystems erhöhen, andererseits lassen sich Feldausfallraten reduzieren, da mit der tieferen Fehlermusterkenntnis nicht bei allen Fehlermustern auf einen Totalausfall erkannt werden muss. Außerdem ist die Erfindung deshalb vorteilhaft, weil in der Rückhaltesystementwicklungs- und Erprobungsphase die Fehlerfindung und Optimierung erleichtert werden kann. Der Einsatz der Erfindung ist jedoch auch in anderen automobilen Einsatzgebieten, in denen Sensoren eingesetzt werden, möglich und sinnvoll, insbesondere bei der Fahrdynamikregelung und in der Navigation.

Besonders vorteilhaft ist, dass die Parameter, aus denen das Fehlermuster gebildet wird, wenigstens eine Fehlermeldung und/oder eine Zeitdauer der wenigstens einen Fehlermeldung bzw. des Fehlers und/oder wenigstens ein Sensorsignal des zu überprüfenden Sensors und/oder wenigstens ein weiteres Sensorsignal wenigstens eines weiteren Sensors und/oder wenigstens ein Statussignal von einer Fahrzeugkomponente umfassen. Damit wird eine genaue Analyse des Fehlers möglich, der insbesondere mittels eines sogenannten Look-Up-Tables, also einer Tabelle, gelöst werden kann. Das Fehlermuster wird mittels des Look-Up-Tables im Prozessor des Steuergeräts erzeugt und kann dann entsprechend ausgewertet werden. Insbesondere ist es damit möglich, dass das Steuergerät erkennt, ob es sich um einen dauerhaften Fehler handelt und wie schwerwiegend der Fehler ist.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen und Weiterbildungen sind vorteilhafte Verbesserungen des in dem unabhängigen Patentanspruch Verfahrens zur Überwachung wenigstens eines Sensor möglich.

5

Insbesondere von Vorteil ist, dass ein Drehratensensor eingesetzt wird, bei dem ein Fehlerwort in einem 8-Bit-Wort, hier mit der Abkürzung MONI versehen, in einem 16-Bit-Rahmen übertragen wird. Dabei sind in diesem Wort die Fehlerart oder -Moden über Flags gekennzeichnet. Es werden also verschiedene Fehlermoden und außergewöhnliche Betriebszustände, die erkannt wurden, durch dieses Wort angezeigt. Fehlermoden zeigen an, dass wenigstens ein Sensorparameter außerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt.

10

Die Sensorparameterüberwachung erfolgt sensorintern. Über zwei oder mehr unterschiedliche MONI-Lesebefehle kann das Wort MONI entsprechend mit doppelter oder mehrfacher Information belegt werden.

15

Wird bei einer solchen Überwachung ein Fehler erkannt, dann wird ein jeweiliger Wert in einem jeweiligen Register gesetzt. D.h. ein Fehlerregister wird mit einer logischen 1 belegt. Wird dieser Fehler nicht mehr erkannt, dann wird das jeweilige Register zurückgesetzt. Es wird also wieder eine logische 0 gesetzt.

20

Weiter ist es von Vorteil, dass der Sensor selbst innerhalb des Gehäuses des Steuergeräts angeordnet ist. Dann sind der Sensor über die digitale Schnittstelle und der Prozessor des Steuergeräts vorzugsweise über SPI(Serial Peripheral Interface)-Leitungen miteinander verbunden.

30

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen

- Figur 1 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Steuergerätes,
- Figur 2 ein erfindungsgemäßes Datentelegramm,
- Figur 3 ein sogenanntes Look-Up-Table
- Figur 4 ein Blockdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens und
- Figur 5 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung

Drehratensensoren, wie auch andere Sensoren, werden in zunehmendem Maße in elektronischen Rückhaltesystemen in der passiven Fahrzeugsicherheit eingesetzt. Drehratensensoren sind Kernbausteine zur Detektion von Überrollvorgängen und verwandten Unfallvorgängen, beispielsweise des Soil Trips.

Die in den Rückhaltesystemen eingesetzten Drehratensensoren verfügen im Allgemeinen über eine sensorinterne Funktionsüberwachung, also einer sogenannten Monitoring-Funktion. Ein Fehler oder Störungszustand, dem unterschiedlichste Ursachen zu Grunde liegen können, wird, wenn er identifiziert ist, bei analogen Sensorschnittstellen zum System, einer Sensorplattform, einem Steuergerät, im allgemeinen einem Mikrokontroller oder einem Sicherheitshalbleiter, über ein Logiksignal (Fehler, kein Fehler) mitgeteilt.

Digitale Sensoren bieten die technisch relativ einfach umzusetzende Möglichkeit, verschiedene Fehler und Störungszustände über fest zugeordnete Bits in Datenworten dem System zu übermitteln. Dabei ist jedem Bit ein Fehlerflag zugeordnet, das wiederum einem sensorinternen Schaltungsblock bzw. einer Messgröße zugeordnet ist. Die sensorinterne Überwachungsfunktion spricht im Allgemeinen an, wenn und solange eine der verschiedenen überwachten sensorinternen Messgrößen einen entsprechend Sensorauslegung unzulässigen Wert annimmt. Die Ursachen sind bezogen auf die Sensor-Auswerteschaltung -Funktionsblöcke vielfältig.

Mögliche Ursachen für Störungs- oder Fehlerzustände:

Bei in automobilen System eingesetzten Drehratensensoren ist die prinzipbedingte Vibrations- bzw. mechanische Störempfindlichkeit eine charakteristische, in der Sensorapplikation zu berücksichtigende Eigenschaft. Soweit keine mechanische Dämpfung erfolgt, wird die Leistungsfähigkeit der Systeme imitiert. Ein mechanischer Dämpferaufbau bedeutet einen beträchtlichen Entwicklungs-, Kosten- und Fertigungsmehraufwand. Stöße oder starke Vibrationen können das Sensorelement so stark stören, dass die sensorinternen Regelungen für gewisse Zeit nicht mehr greifen und der Sensor außerhalb seines spezifizierten Funktionsbereichs liegt. Weitere Störmöglichkeiten sind beispielsweise elektromagnetische Störeinkopplungen. Ebenso können Fehler im Sensor selbst oder in der Applikationsbeschaltung die Systemfunktion beeinträchtigen. Die Auswirkungen sind je nach Drehratensensorfehler, Störungsart und auch je nach Applikationsumgebung des Sensors, das sind die Beschaltung, die Leiterplatte und der Fahrzeugaufbau, unterschiedlich.

Bisher wird die Drehratensensoren-Monitoring-Funktion systemseitig lediglich zur grundsätzlichen Fehlererkennung

genutzt. D.h. ist der Sensor in Ordnung oder nicht. Das Rückhaltesystem unterscheidet hinsichtlich seiner Reaktion allenfalls über die Zeitdauer der Fehlermeldung, ob ein Ausfall des Drehratensensors vorliegt oder nicht. Eine Applikation im Sinne einer Abstimmung der jeweiligen Systemreaktion auf die unterschiedlichen Fehlermeldungen findet nicht statt.

Da systemseitig keine Klassifizierung verschiedener Fehlermuster erfolgt und auch nicht die Applikationsumgebung einfließt, muss nach dem Prinzip "Annahme des Worst Case" vorgegangen werden. Ein über die Überwachungsfunktion als fehlerhaft identifizierter Zustand hat zur Folge, dass das Sensorsignal nicht genutzt werden darf, bzw. dass das System auf einen dauerhaften Sensorfehler und damit auf einen Systemdefekt erkennt. Störungen, die keine bleibende Sensorschädigung bedeuten und möglicherweise auf zwar seltene aber mögliche Betriebszustände zurück zu führen sind, werden also im Allgemeinen zu scharf geahndet. Das limitiert die Leistungsfähigkeit oder Sensibilität der Systeme oder erhöht die Wahrscheinlichkeit eines möglicherweise nicht notwendigen Steuergerät-Feldausfalls.

Erfindungsgemäß wird daher ein vom Sensor zum System, vorzugsweise einem Prozessor des Steuergeräts, übertragenes Fehlerwort, das die Kombination verschiedener Fehlermoden aufweist und so dem System eine genaue Information über die Fehlerart und -ursache übermittelt, genutzt. Damit erfolgt dann eine angepasste Reaktion des Systems auf dieses Fehlerwort.

Bereits in der Entwicklungs- und Applikationsphase von Rückhaltesystemelektronik-Systemen werden die Fehlermuster, die bei unterschiedlichen Fehler- und Störungsursachen auftreten, erfasst. Damit lässt sich dann ein sogenanntes Look-Up-Table ausfüllen. Dabei kann sich das jeweilige

Fehlermuster aus einer Fehlermeldung oder einem Fehlerwort, einem Fehlerzustandswort, einer Zeitdauer der Fehlermeldung, einem Sensorausgangssignal und weitere im System verfügbare Sensorsignale sowie Statusinformationen zusammensetzen. Das System kann mit der Verfügbarkeit eines solchen Look-Up-Tables auf das jeweilige Fehlermuster angemessen reagieren. Fehlermuster, die unbekannt bzw. durch die Erprobung nicht abgesichert sind, werden als Worst Case geahndet. Durch Berücksichtigung der jeweils korrekt vorliegenden Fahrzeugumgebung lässt sich die Entdeckungsschärfe der Fehler und Störungsursachen weiter erhöhen.

Praktische Voraussetzung zur Umsetzung der Erfindung ist eine digitale Sensorschnittstelle. Nur damit lassen sich mit vertretbarem Aufwand eine größere Anzahl unterschiedlicher Fehler und Störungsmoden bzw. Muster und auch deren Kombinationen, die in einem Sensor auftreten, dem System übermitteln. Beispielhaft wird hier die bidirektionale SPI-Schnittstelle (Serial Peripheral Interface) verwendet.

Figur 1 zeigt in einem Blockschaltbild das erfindungsgemäße Steuergerät. In einem Steuergerät 10 befindet sich ein Sensor 1, der über eine digitale Leitung 6 mit einem Prozessor 7 verbunden ist. Der Prozessor 7 ist über einen Datenein-/Ausgang mit einem Speicher 8 verbunden. Über einen Datenausgang ist der Prozessor 7 mit einem Rückhaltesystem 9 verbunden. Im Sensor 1 befindet sich ein Sensorelement 2 zur Aufnahme einer Messgröße, beispielsweise von Drehraten bzw. Drehbeschleunigungen. Bei dem Sensorelement kann es sich damit vornehmlich um eine mikromechanische Sensorstruktur handeln. Das Sensorelement 2 ist an einen Funktions- und Überwachungsbaustein 3 angeschlossen, in dem u.a. die Analog-Digital-Wandlung des Sensorsignals, gegebenenfalls Antrieb und Regelung des Sensorelements und die sensorinternen Überwachungs- und Monitoringfunktionen erfolgen. Der Funktions- und Überwachungsbaustein 3 ist über

einen Datenausgang mit einem Senderbaustein 4 verbunden. Der Senderbaustein 4 ist an die digitale Leitung 6 angeschlossen, die hier als eine sogenannte SPI (Serial Peripheral Interface)-Leitung ausgebildet ist. An der SPI können auch ein oder weitere Sensoren 5 angeschlossen sein, deren über die SPI übertragene Signale auch in das Fehlermuster eingehen.

Figur 4 verdeutlicht, welche Messwerte hier verarbeitet werden. Zum einen werden die als 8-bit Worte übertragenen drehratensensoreigenen Fehlerworte 17 zur Fehlermustererzeugung verwendet. Eine Größe 18 gibt die jeweilige Zeitdauer der einzelnen Fehlermeldungen an. Eine Größe 19 gibt den Sensorwert, der mit dem Sensorelement 2 ermittelt wurde, an. Auch dieses wird auf seine Funktionsfähigkeit überwacht. Über eine Größe 20 wird gegebenenfalls die Größe von anderen Sensoren 5 mitverarbeitet. Auch sie können eine Art Plausibilität für die Fehlermeldung geben. Die Größe 21 liefert wiederum andere Statusinformationen des Rückhaltesystems oder anderer Fahrzeugkomponenten. Auch diese gehen in die Erzeugung des Fehlermusters ein. Diese Eingangsgrößen werden dann vom Auswertebaustein 4 über ein abgespeichertes Look-Up-Table, also einer Matrix zur Erzeugung des Fehlermusters verwendet. Die Eingabeparameter bestimmen damit Zeilen und Spalten der Matrix und führen dann zur Erzeugung des Fehlermusters im Block 22, wobei dann nach der Übertragung zum Prozessor 7 das System im Block 23 darauf reagiert. Auch der Prozessor 7 ist über seinen Speicher 8 zur Decodierung der Fehlermuster ausgebildet, so dass dem Prozessor 7 klar ist, welche Fehler zu diesem Fehlermuster geführt haben. Liegen Fehlermuster vor, die in dem Prozessor 7 nicht bekannt sind, dann wird auf einen Worst Case geschlossen, also auf einen Sensorausfall. In Abhängigkeit davon erkennt der Prozessor auf Ausfall des durch diesen Sensorausfall betroffenen Teilsystems und leitet entsprechende Maßnahmen ein.

Figur 3 zeigt schematisch eine solche Matrix, die hier als Look-Up-Table bezeichnet wurde. In den Spalten 14 und 13 liegen die Eingabeparameter vor und im Feld 15 dann die Fehlermuster, die zu diesen Eingabeparametern gehören.

Figur 2 zeigt schematisch einen Datenrahmen aus 16 Bit, der sich in einen ersten Teil 12 und in einen zweiten Teil 11 aufteilt. Im zweiten Teil 11 wird das Fehlerwort 11 (MONI) übertragen. Es können hier zwei Fehlerworte übertragen werden. Fehlerwort 1 wird über Lesebefehl 1 ausgelesen, Fehlerwort 2 über Lesebefehl 2.

Figur 5 zeigt in einem Flussdiagramm das erfindungsgemäße Verfahren. In Verfahrensschritt 24 wird, wie oben dargestellt, das Fehlermuster anhand der Eingabeparameter 17 bis 21 im Block 16 mittels eines Look-Up-Tables gemäß Figur 3 erzeugt. Das Fehlermuster wird dann in Verfahrensschritt 25 zum Prozessor 7 übertragen. In Verfahrensschritt 26 erfolgt die Reaktion des Prozessors auf dieses Fehlermuster.

Der Sensor 1 kann sich alternativ auch außerhalb des Steuergeräts 10 befinden. Anstatt nur eines Sensors 1 sind auch mehrere Sensoren auch unterschiedlicher Art einsetzbar und überwachbar. Neben dem hier angesprochenen Rückhaltesystem sind auch andere Fahrzeugsysteme für diese Erfindung geeignet, beispielsweise ein Fahrdynamiksystem oder Navigationssystem.

12.07.02 Vg/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10

15

20

30

1. Verfahren zur Überwachung wenigstens eines Sensors (1), wobei ein Fehlermuster zur Überwachung mittels wenigstens eines Parameters gebildet wird, wobei der wenigstens eine Parameter wenigstens eine Fehlermeldung und/oder wenigstens ein Sensorsignal und/oder wenigstens ein Statussignal einer Fahrzeugkomponente aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Sensorsignale von wenigstens zwei Sensoren verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Sensor (1) das Fehlermuster zu einem Prozessor (7) überträgt, wobei der Prozessor (7) in Abhängigkeit von dem Fehlermuster das Sensorsignal des Sensors (1) bewertet.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsignal für ein Rückhaltesystem (9) verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsignal einem Fahrdynamiksystem oder Navigationssystem zugeführt wird.

5 6. Verwendung eines Steuergeräts in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

7. Verwendung eines Sensors in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

10

12.07.02 Vg/Kei

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren zur Überwachung wenigstens eines Sensors

Zusammenfassung

10

15

20

Es wird ein Verfahren zur Überwachung wenigstens eines Sensors vorgeschlagen. Dabei werden Fehlerworte vom Sensor zum Steuergerät übertragen und weitere unterschiedliche Fehlerbilder kennzeichnende Informationen genutzt, um eine angepasste Antwort auf diese Parameter durch den Prozessor zu ermöglichen. Dabei werden neben Fehlern auch außergewöhnliche Betriebszustände mit übertragen. Die unterschiedlichen Fehlerbilder werden in der Steuergerät-Applikationsphase erfasst und führen über eine Verknüpfungstabelle zu fehlerbildspezifischen Systemreaktionen.

(Figur 4)

1 / 2

Fig. 1

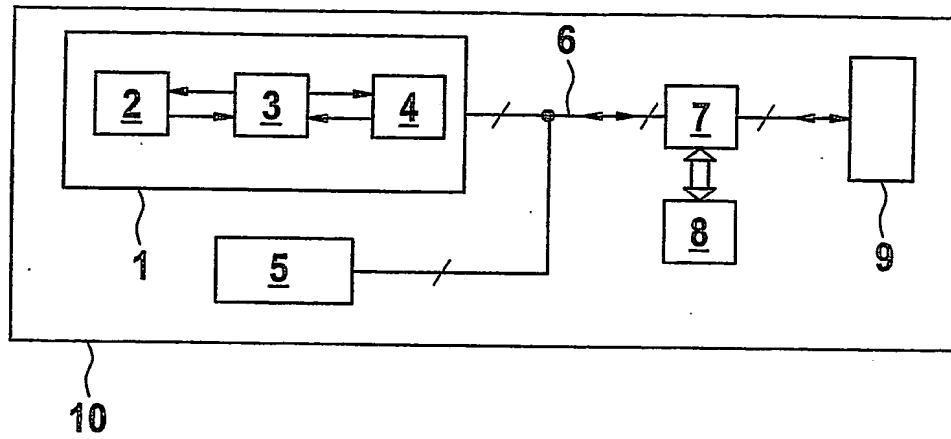


Fig. 2

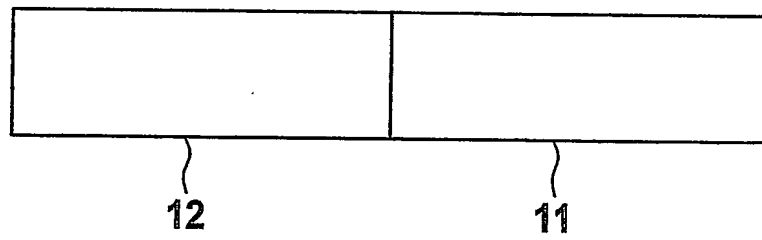


Fig. 3

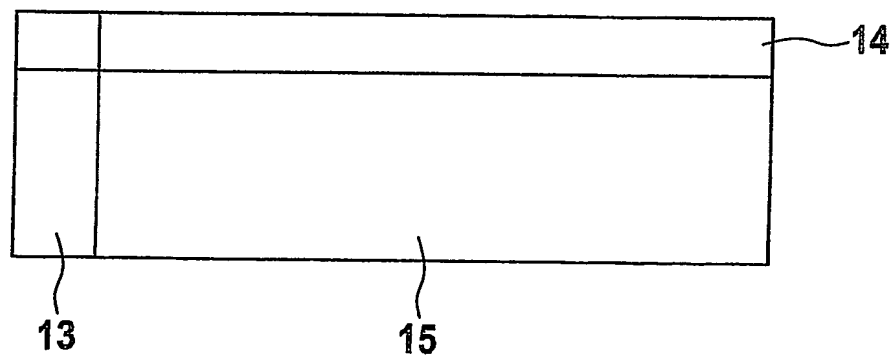


Fig. 4

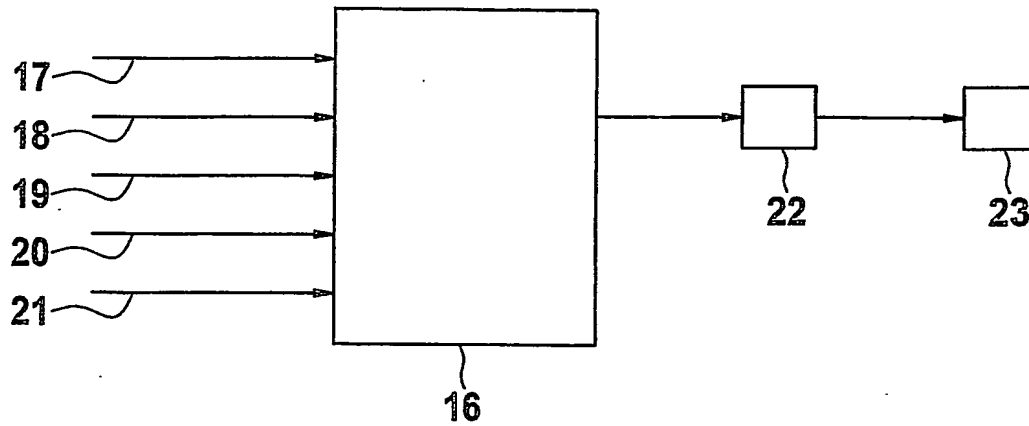


Fig. 5

